

蟾宫览胜

人类认识的月球世界

王世杰 宣焕灿 郑永春 等著

嫦娥书系

政阳自述

主编



上海科技教育出版社



主编

欧阳自远

嫦娥书系

V1/2

:5

2007

蟾宫览胜

人类认识的月球世界

王世杰 宣焕灿 郑永春 朱丹 黎廷宇 陈敬安 著

上海科技教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

蟾宫览胜:人类认识的月球世界/王世杰等著. —上海:上海科技教育出版社,2007.10

(嫦娥书系:2/欧阳自远主编)

ISBN 978-7-5428-4112-4

I. 蟾… II. 王… III. ①月球—普及读物 ②月球探索—普及读物 IV. P184-49 V1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第132509号

嫦娥书系

欧阳自远 主编

蟾宫览胜 人类认识的月球世界

王世杰 宣焕灿 郑永春 等著

丛书策划 卞毓麟

责任编辑 吴 昀

装帧设计 汤世梁

出版发行 上海世纪出版股份有限公司

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

网 址 www.ewen.cc

www.sste.com

经 销 各地新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

开 本 890×1240 1/32

字 数 163 000

印 张 6.5

版 次 2007年10月第1版

印 次 2007年10月第1次印刷

印 数 1-5 000

书 号 ISBN 978-7-5428-4112-4/P.13

定 价 25.80 元



主编

欧阳自远 1935年生。天体化学与地球化学家。1956年毕业于北京地质学院,1961年研究生毕业。1991年当选为中国科学院院士。现任中国科学院地球化学研究所研究员、国家天文台高级顾问。近年来,指导并积极参与制订中国月球探测的短期目标与长远规划,任中国月球探测计划“嫦娥工程”首席科学家。已发表学术论文420余篇,出版学术专著7部,主编专著和科普读物16部,培养硕士生、博士生58名。



王世杰 1966年生。1992年获理学博士学位。中国科学院地球化学研究所研究员、博士生导师、副所长。长期从事天体化学、比较行星学领域的基础研究。《地球与环境》副主编,《化学通报》等多种学术刊物编委。已发表学术论文270余篇,主编及参与编写学术和科普著作6部。



宣焕灿 1939年生。1960年毕业于南京大学。南京大学资深副教授。主要研究方向为天体物理学和天文学史。已出版《天文学史》等学术和科普著作10余部,系12卷本《中国大百科全书(简明版)》学科顾问。



郑永春 1977年生。2005年获理学博士学位。主要研究方向为天体化学与比较行星学。现在中国科学院国家天文台从事“嫦娥工程”科学探测数据的应用与研究。已发表学术论文20余篇,参与编写学术和科普著作2部。



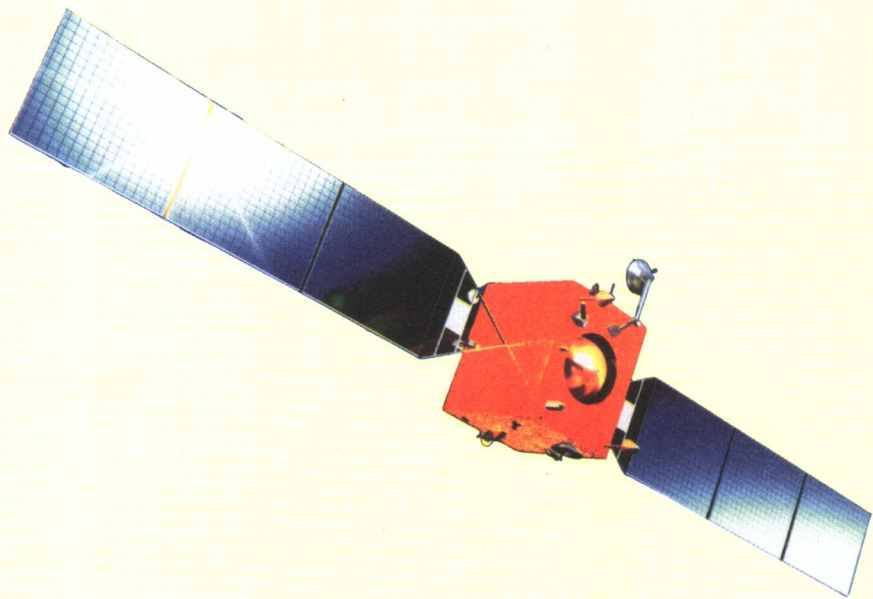
朱丹 1970年生。1992年毕业于北京大学,2003年获理学博士学位。中国科学院地球化学研究所副研究员。已发表学术论文20余篇。



黎廷宇 1975年生。1997年毕业于北京科技大学,2004年获理学博士学位。中国科学院地球化学研究所副研究员。已发表学术论文10余篇。



陈敬安 1973年生。1995年毕业于中国地质大学(武汉),2000年获理学博士学位。中国科学院地球化学研究所研究员。已发表学术论文30余篇。



■ 主编的话

21 世纪是人类全面探测太阳系的新时代。当代的太阳系探测以探测月球与火星为主线,兼顾其他行星、矮行星、卫星、小行星、彗星和太阳的探测;研究内容涉及太阳系的起源与演化,各行星形成和演化的共性与特性,地月系统的诞生过程与相互作用,生命的起源与生存环境,太阳活动与空间天气预报,防御小天体撞击地球及由此诱发的气候、生态的环境灾变,评估月球与火星的开发前景,探寻人类移民地外天体的条件等重大问题。

月球是地球唯一的天然卫星,是离地球最近的天体。自古以来,她寄托着人类的美好愿望和浪漫遐想,见证着人类发展的艰难步伐,引出了许多神话传说与科学假说。月球也一直是人类密切关注和经常观测的天体,月球运动和月相的变化不仅对人类的生产活动发挥了重大作用,还对人类科学技术的发展和文明进步产生了广泛而深刻的影响。

月球探测是人类走出地球摇篮,迈向浩瀚宇宙的第一步,也是人类探测太阳系的历史开端。迄今为止,人类已经发射 110 多个月球探测器,成功的和失败的约各占一半。美国实现了 6 次载人登月,人类获得了 382 千克的月球样品。月球探测推动了一系列科学的创新与技术的突破,引领了高新技术的进步和一大批新型工业群体的建立,推进了经济的发展和文明的昌盛,为人类创造了无穷的福祉。当前,探索月球,开发月球资源,建立月球基地,已成为世界航天活动的必然趋势和竞争热点。我国在发展人造地球卫星和实施载人航天工程之后,适时开展了以月球探测为主的深空探测。这是我国科学技术发展和航天活动的必然选择,也是我国航天事业持续发展,有所作为、有所创新的重大举措。月球探测将成为我国空间科学和空间技术发展的第三个里程碑。

中国的月球探测,首先经历了 35 年的跟踪研究与积累。通过系统调研苏、美两国月球探测的进展,综合分析深空探测的技术进步与月球和行星科学的研究成果,适时总结与展望深空探测的走向与发展趋势。在此基础上,又经历了长达 10 年的科学目标与工程实现的综合论证,提出我国月球探测的发展战略与远景规划,系统论证首次绕月探测的科学目标、工程目标和工程立项实施方案。2004 年初,中央批准月球探测一期工程——绕月探测工程立项实施。继而,月球探测二、三期工程列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020 年)》的重大专项开展论证和组织实施。中国的月球探测计划已正式命名为“嫦娥工程”,它经历了 2004 年的启动年、2005 年的攻坚年和 2006 年的决战年,攻克了各项关键技术,建立了运载、卫星、测控、发射场和地面应用五大系统,进入了集成、联调、试运行和正样交付出厂,整个工程按照高标准、高质量和高效率的要求,为 2007 年决胜年的首发成功,打下了坚实的基础。

中国的“嫦娥一号”月球探测卫星,为实现中华民族的千年夙

愿,即将飞出地球,奔赴广寒,对月球进行全球性、整体性与系统性的科学探测。为了使广大公众比较系统地了解当今空间探测的进展态势和月球探测的历程,人类对月球世界的认识和月球的开发利用前景,中国“嫦娥工程”的背景、目标、实施过程和重大意义,上海科技教育出版社在三年前提出了编辑出版《嫦娥书系》的创意和方案,与编委会共同精心策划了《逐鹿太空》、《蟾宫览胜》、《神箭凌霄》、《翱翔九天》、《嫦娥奔月》和《超越广寒》六本科普著作,构成一套结构完整的“嫦娥书系”。该书系的主要特点是:

(1) 我们邀请的作者大多是“嫦娥工程”相关领域的骨干专家,他们科学基础坚实,工程经验丰富,亲身体验真切,文字表述清晰。他们在繁忙紧张的工程任务中,怀着强烈的责任感,挤出时间,严肃认真,精益求精,一丝不苟,广征博引,撰写书稿。我真诚地感激作者们的辛勤劳动。

(2) “嫦娥书系”是由六本既各自独立又互有内在联系的科普著作构成的有机整体。其中《逐鹿太空——航天技术的崛起与今日态势》,系统讲述人类航天的艰难征途与发展,航天先驱们可歌可泣的感人故事;《蟾宫览胜——人类认识的月球世界》,系统描述人类认识月球的艰辛历程,由表及里揭示月球的真实面目,追索月球的诞生过程;《神箭凌霄——长征系列火箭的发展历程》,系统追忆中国长征系列火箭的成长过程并展示未来的美好前景,是一首中国“神箭”的赞歌;《翱翔九天——从人造卫星到月球探测器》,系统叙述中国各种功能航天器和月球探测器的发展沿革,展望未来月球探测、载人登月与月球基地建设的科学蓝图;《嫦娥奔月——中国的探月方略及其实施》,系统分析当代国际“重返月球”的形势,论述中国月球探测的意义、背景、方略、目标、特色和进程,是当代中国“嫦娥奔月”的真实史诗;《超越广寒——月球开发的迷人前景》,是一支开发利用月球的科学畅想曲,展现了人类和平利用空间的雄心壮志与迷人前景。

(3) “嫦娥书系”力求内容充实、论述系统、图文并茂、通俗易懂,融知识性、可读性、趣味性与观赏性于一体。

(4) “嫦娥书系”无论在事件的描述上还是在人物的刻画上,都力求真实而丰满地再现当代“嫦娥”科技工作者为发展我国航天事业而奋斗、拼搏、奉献的精神和事迹,书中还援引了他们用智慧和汗水凝练的研究成果、学术观点和图片资料。特别值得一提的是,书系在写作过程中还得到了他们的指导、帮助、支持与关心。虽然“嫦娥书系”作为科普读物,难以专辟章节一一列举他们的名字,书写他们的贡献,我还是要在此代表编辑委员会和全体作者对他们表示衷心的感谢和深深的敬意。

在这里我要特别感谢上海科技教育出版社精心的文字编辑和装帧设计,使“嫦娥书系”以内容丰富、版面新颖、图文并茂的面貌呈献给读者。我们相信,通过这一书系,读者将会对人类的航天活动与中国的“嫦娥工程”有更加完整而清晰的认识。

欧阳自远

二〇〇七年十月八日于北京

目 录

主编的话

第一章 人类的探月梦

- 古人观月的诗情画意 / 1
- 古希腊人的精巧测月 / 5
- 望远镜中的月球观测 / 13
- 逐步发展的月球照相 / 22
- 航天时代的月球探测 / 27

第二章 月球的运动

- 变化多端的轨道运动 / 37
- 婀娜多姿的地月共舞 / 42
- 月相的周期变化 / 46
- 月相周期与历法 / 50

第三章 潮汐与日月食

- 随月盛衰话潮汐 / 53
- 万古不变的“脸谱” / 59
- 绚丽夺目的日食 / 63
- 令人遐思的月食 / 72





第四章 月球的表面

万籁俱寂的不毛之地 / 78

“满目疮痍”的月表 / 80

月面上的暗黑斑块 / 92

古老的月陆和山脉 / 95

月谷、月溪和辐射纹 / 98

月球表面的土壤 / 101

第五章 月球的内部结构及其组成

月震探测建功勋 / 107

月球重力场及其他 / 112

月亮、月幔和月核 / 116

诱人的月面暂现现象 / 120

月球的化学成分 / 123

第六章 月球的起源

与众不同的月球 / 129

最早问世的分裂说 / 136

濒临困境的俘获说 / 140

困难重重的共生说 / 146

后来居上的碰撞说 / 150

揭开谜底待来日 / 153

第七章 月球的演化

寻找天体的“时钟” / 157

地月系统的形成 / 161

月球年龄的测定 / 165

月核与月幔的分离 / 168

月球演化的五个阶段 / 171

第八章 月球上的资源

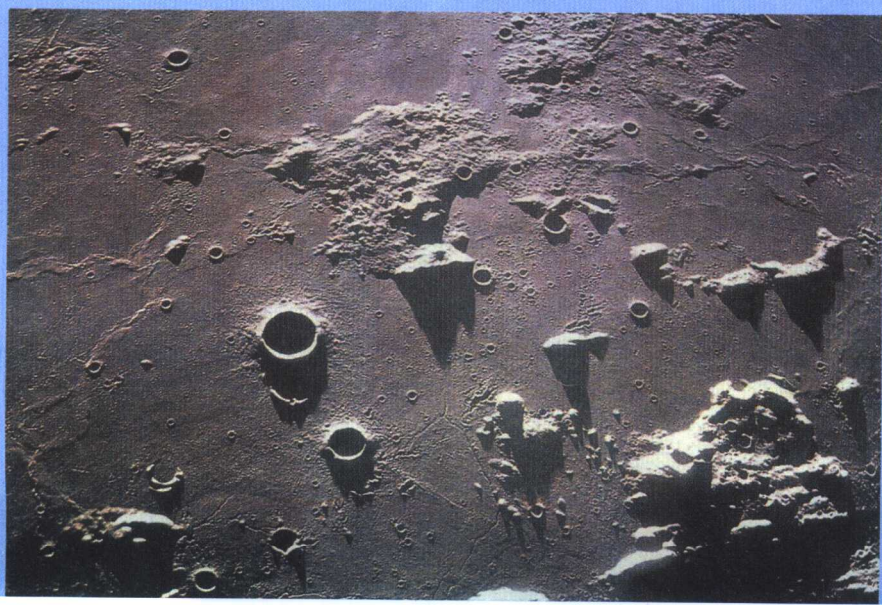
丰富的矿产资源 / 176

月球能源的利用 / 179

月球基地的建设 / 186

寻觅极地的水冰 / 191

水冰之谜待破解 / 195



第二章 人类的探月梦

月球,俗称月亮,是地球唯一的天然卫星,是茫茫太空中离地球最近的天体,也是地球上看到的除太阳以外最明亮的星体。地球上夜晚的自然照明,主要是靠月球。否则的话,地球上的夜晚将是漆黑一片。自远古时代起,人类对月球就有一种难以言表的眷恋之情。进入航天时代以后,月球成了人类了解广阔无垠宇宙的前哨站,因而也是除地球以外目前人类了解得最多的天体。

古人观月的诗情画意

满月时,人们用肉眼直接观看月球,往往能隐约地看到大片阴影区域,世界上各民族因此而产生许多神话传说。

流传在格陵兰的一个神话是:太阳和月亮是一对兄妹,有一次,太阳把油烟灰擦了他妹妹一脸,于是月亮妹妹便要追打太阳哥哥,但她总是追不上他。因为她身体瘦弱,不能飞得太高,每隔几周就需要休息,回到地面登上狗拉的雪橇去捕猎海豹,等吃了几头海豹后恢复了元气,又变成一轮圆月,再去追逐太阳。这个故事反映了古代格陵兰人试图用神话来解释月面上的阴影和月相的圆缺变化。

在土耳其,有一个神话故事是:月亮姑娘非常依恋她的妈妈,总是形影不离地缠着妈妈。有一次,当妈妈洗盘子时,她又紧跟在身旁,惹得妈妈将洗盘子的抹布在她脸上抹了一下。这个故事试图解释望月时的月面为何看起来似乎总是污渍斑斑。

印度有一个神话是:一只狼居然疯狂地爱上一只蟾蜍,后者十分恐惧,一再说,但狼还是紧追不舍,于是蟾蜍只好跳到月亮上并



图1-1 中国唯一已知的月亮神像——
太阴妙果素月天尊神位



留驻在那里，而月亮上的暗斑看起来似乎正像一只垂着双足的蟾蜍。

四大文明古国之一的中国也流传着许多与月亮相关的神话故事(图1-1)和民间传说。根据望月时月面中的阴影,中国古代流传下来“吴刚伐桂”、“玉兔捣药”的故事。还有一个流传更广泛的神话是“嫦娥奔月”,大意是说人世间的嫦娥偷吃了丈夫后羿秘密收藏在家中唯一的一颗仙丹,使得身体轻飘飘向上飞升,一直飞到月亮中的广寒宫(图1-2),再也无法返回人间。也许有人会问,成仙后的嫦娥在月宫中生活得怎样?古代文人们大多觉得嫦娥生活得并不幸福。唐代诗人李商隐在《嫦娥》一诗中吟道:“嫦娥应悔偷灵药,碧海青天夜夜心。”另一位唐代诗人罗隐则在《咏月》一诗中吟道:“嫦娥老大应惆怅,倚泣苍苍桂一轮。”然而,“嫦娥奔月”这一神话更重要的是反映了古人想飞上天空,作宇宙旅行的理想。直到当今的航天时代,这一理想才可能成为现实。

月亮往往是诗人们吟咏的对

图1-2 “嫦娥奔月”神话意境图



图1-3 李白举杯邀明月

象。唐代著名诗人李白在《静夜思》中吟道：“床前明月光，疑是地上霜。举头望明月，低头思故乡。”这首诗几乎人人都能背诵。李白还常常独自在月下饮酒吟诗，把月亮当做同伴(图1-3)。他在《把酒问月》一诗中吟道：“今人不见古时月，今月曾经照古人。”这两句诗隐含了深刻的哲理。

北宋文学家苏轼在中秋词《水调歌头》中写道：“人有悲欢离合，月有阴晴圆缺，此事古难全。但愿人长久，千里共婵娟。”这被认为是千古绝句。

随着诗人们大量的诗词歌赋流传后世，月亮也多了许多家喻户晓的别名，如“婵娟”、“蟾宫”、“嫦娥”、“太阴”、“桂宫”、“白兔”、“月桂”、“白玉盘”、“广寒”、“琼阙”、“银盘”、“玉兔”、“半轮”、“宝镜”、“冰壶”、“冰鉴”、“冰镜”、“冰轮”、“冰盘”、“冰魄”、“蟾蜍”、“蟾光”、“蟾盘”、“方晖”、“飞镜”、“飞轮”、“顾菟”、“挂镜”、“桂魄”、“恒娥”、“金波”、“金镜”、“金盆”、“明镜”、“清光”、“秋影”、“素娥”、“素月”、“兔影”、“悬钩”、“瑶台镜”、“夜光”、“银阙珠宫”、“幽阳”、“玉蟾”、“玉弓”、“玉钩”、“玉京”、“玉镜”、“玉栏”、“玉轮”、“玉盘”、“玉盆”、

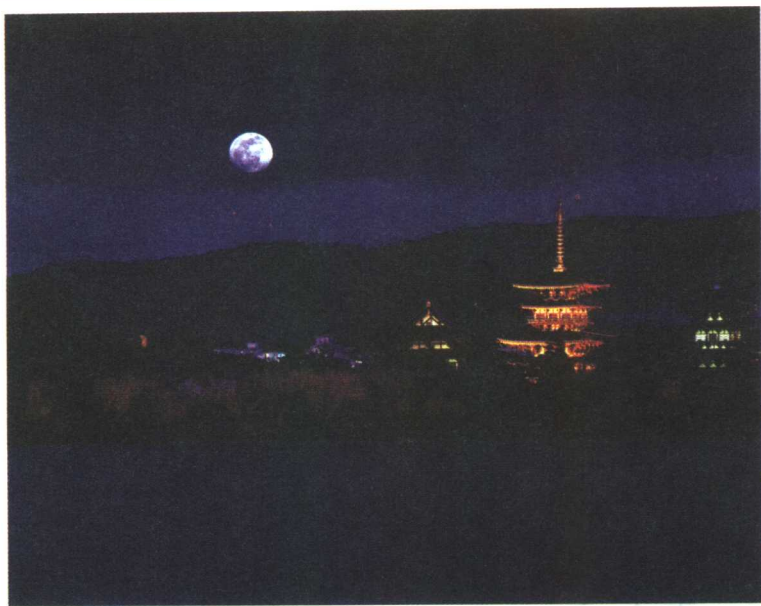


图1-4 月色清辉洒满人间

“圆蟾”、“圆影”、“月轮”……恐怕世界上再也找不到一件天然之物会有这么多雅致的别号,而这么多雅号依然表达不尽人们对月球的赞扬、歌颂、怀念、依恋和憧憬之情。

文人墨客观月吟诗,往往在于抒发自己的情感,或是描写月色清辉的夜景(图1-4),让人领略诗情画意。古代的天文学家和历算家则不同,他们是在踏踏实实地观测月球。他们虽然无法直接用肉眼看到月面上有些什么,但却对月球在天球(夜空中,仿佛所有的星星都散布在一个以观测者为中心的极其遥远的球面上,这个想象中的球面称为天球)上的视运动作了十分精密的观测。早在1900多年前的东汉时代,李梵、苏统已通过观测发现,月球在天球上的视运动有快慢的变化。此后不久,贾逵肯定了他们的发现,并指出月球在天球上视运动速度最快的位置(称“疾处”)每个月向前移动“三度”。根据后来发现的开普勒第二定律,月球沿椭圆轨道绕地球公转时,在

近地点时运行速度最大。因此,月球视运动的“疾处”便是月球近地点在天空中的方位。月球连续两次经过天球上“疾处”的时间间隔,在中国古代历法中称为“转终”或“转周”,实际上就是现代天文学中“近点月”(月球连续两次过近地点的时间间隔)的概念。公元237年,三国时期魏国的杨伟制定《景初历》时,已定出近点月的长度为27.554 508天,与近点月的今测值27.554 550天十分接近,这充分体现了中国古代天文学家和历算家们对月球视运动的观测和计算是多么精密。

中国古代日月食预报的精度也很高,关于这方面有一个小故事很说明问题。公元7世纪后期唐高宗时期,有一回太史令李淳风预报了一次日偏食。到了这一天,高宗皇帝与李淳风一起坐等日食的来临,可等了很长时间,日食还没有发生。于是,唐高宗对他说:“爱卿,我放你回去,与你的妻子儿女告别一下,你再回来受死吧。”因为当时他作为太史令,若日食预报不准,按照唐朝法律是要被处死的。但李淳风毫不惊慌,他用手在墙上划了一下,并对皇上说,发生日食的时间尚未到,要等穿窗而过的阳光照到墙上这一位置时,日食才开始。结果,日食真的在那时开始了。这件事连高宗皇帝都为之折服。中国古代日月食预报的这种高精度,建立在对月球和太阳视运动的精密观测和严格的历算术的基础之上,它反映了那时天文学家和历算家极其勤奋仔细的观测和很高的专业水平。

古希腊人的精巧测月

中国古代的天文学虽然发达,但毕竟是皇权主宰下的天文学,它庞大的天文机构的所有开支都来自国库,所要进行的研究又完全服从皇室的需要,主要是天象观测(以便占卜王朝兴衰)和历法编制,因而是实用性很强的天文学。古希腊的天文学则是理性特色非常突出的天文学,这与古希腊的形成过程有关。

早在公元前8世纪至前6世纪,希腊人向海外大移民,小亚细亚